LE REFROIDISSEMENT DU LAIT SUR LA FERME

PAR
C. K. JOHNS, M.Sc.

SERVICE DE LA BACTÉRIOLOGIE
FERMES EXPÉRIMENTALES FÉDÉRALES

A. GRANT LOCHHEAD, B.A., M.Sc., Ph.D.
BACTÉRIOLOGISTE AGRICOLE DU DOMINION

MINISTÈRE FÉDÉRAL DE L'AGRICULTURE
CANADA

BULLETIN No 165—NOUVELLE SÉRIE

Publié par ordre de l'Hon. ROBERT WEIR, Ministre de l'Agriculture,
Ottawa, 1934

DIVISION DES FERMES EXPÉRIMENTALES FÉDÉRALES

PERSONNEL

DIRECTEUR, E. S. ARCHIBALD, B.A., B.S.A., LL.D., D.Sc.

Agriculteur du Dominion.............................E. S. Hopkins, B.S.A., M.S., Ph.D.
Chimiste du Dominion.............................
Horticulteur du Dominion.............................M. B. Davis, B.S.A., M.Sc.
Céréaliste du Dominion.............................L. H. Newman, B.S.A.
Botaniste du Dominion.............................H. T. Güssow, LL.D.
Eleveur du Dominion.............................G. W. Muir, B.S.A.
Spécialiste en plantes fourragères.............................L. E. Kirk, B.A., M.S.A.
Aviculteur du Dominion.............................F. C. Elford.
Chef du Service des Tabacs.............................N. T. Nelson, B.S.A., M.S., Ph.D.
Apiculteur du Dominion.............................C. B. Gooderham, B.S.A.
Bactériologiste du Dominion.............................Grant Lochhead, Ph.D.
Surveillant en chef des stations de démonstration........J. C. Moynan, B.S.A.
Spécialiste en fibres économiques.............................R. J. Hutchinson.

ALBERTA

Régisseur, station expérimentale, Lacombe, Alta, F. H. Reed, B.S.A.
Régisseur, station expérimentale, Lethbridge, Alta, W. H. Fairfield, M.Sc., LL.D.
Régisseur, station expérimentale, Beaverlodge, Alta, W. D. Albright.
Régisseur, sous-station expérimentale, Fort Vermilion, Alta.

COLOMBIE-BRITANNIQUE

Régisseur, ferme expérimentale, Agassiz, C.-B., W. H. Hicks, B.S.A.
Régisseur, station expérimentale, Summerland, C.-B., R. C. Palmer, M.S.A.
Régisseur, station expérimentale, Windermere, C.-B., R. G. Newton, B.S.A.
Régisseur, station expérimentale, Sidney, C.-B., E. M. Straight, B.S.A.

MANITOBA

Régisseur, ferme expérimentale, Brandon, Man., M. J. Tinline, B.S.A.
Régisseur, station expérimentale, Brandon, Man., W. R. Leslie, B.S.A.

SASKATCHEWAN

Régisseur, ferme expérimentale, Indian-Head, Sask., W. H. Gibson, B.S.A.
Régisseur, station expérimentale, Rosthern, Sask.
Régisseur, station expérimentale, Scott, Sask., G. D. Matthews, B.S.A.
Régisseur, station expérimentale, Swift Current, Sask.
Régisseur, station expérimentale forestière, Indian Head, Sask., Wm. Ross, B.S.A., B.F.
Régisseur, station pépinière forestière, Sutherland, Sask., Jas. McLean.

NOUVEAU-BRUNSWICK

Régisseur, station expérimentale, Fredericton, N.-B., C. F. Bailey, B.S.A.

NOUVELLE-ÉCOSSE

Régisseur, ferme expérimentale, Nappan, N.-E., W. W. Baird, B.S.A.
Régisseur, station expérimentale, Kentville, N.-E., W. S. Blair, D.Sc.

ÎLE DU PRINCE-ÉDOUARD

Régisseur, station expérimentale, Charlottetown, I.P.-E., J. A. Clark, B.S.A., D.Sc.
Régisseur, station expérimentale d'élevage des renards, Summerside, I.P.-E., G. E. Smith, B.A.Sc., D.Sc.

ONTARIO

Ferme expérimentale centrale, Ottawa, Ont.
Régisseur, station expérimentale, Kapuskasing, Ont., S. Ballantyne.
Régisseur, station expérimentale à tabac, Harrow, Ont., H. F. Murwin, B.S.A.

QUÉBEC

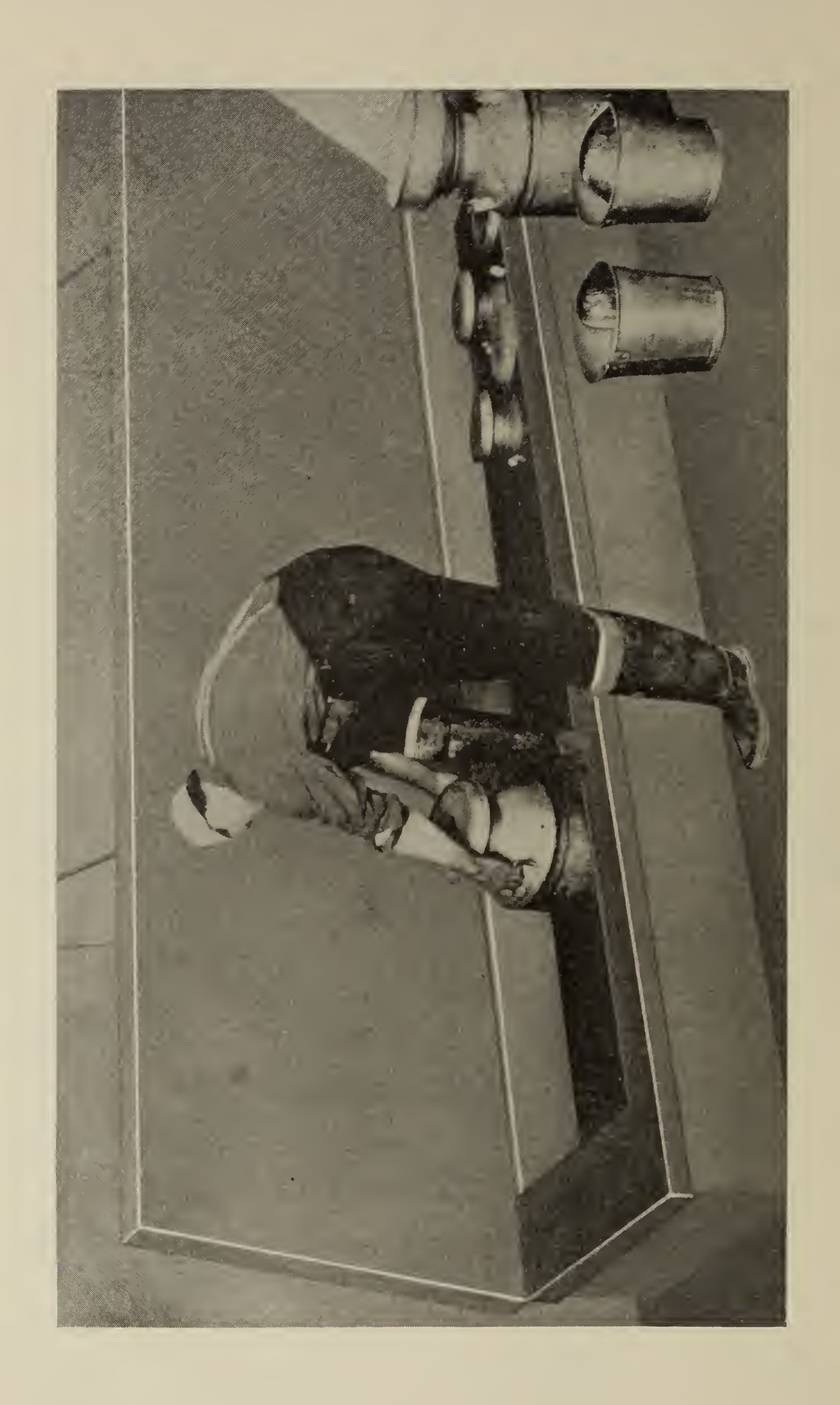
Régisseur, station expérimentale, Cap-Rouge, Qué.
Régisseur, station expérimentale, Lennoxville, Qué., J. A. McClary.
Régisseur, station expérimentale, Ste-Anne de la Pocatière, Qué., J. A. Ste-Marie, B.S.A.
Régisseur, station expérimentale, La Ferme, Qué.
Régisseur, station expérimentale à tabac, Farnham, Qué., R. Bordeleau, B.S.A.
Régisseur, station expérimentale, L'Assomption, Qué., J. E. Montreuil, B.S.A.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Nécessité du refroidissement	3
Quand doit-on refroidir	4
Moyens de refroidissement	5
Appareils refroidisseurs de surface	6
Cuves de refroidissement	7
Refroidissement avec de l'eau	7
Refroidissement à la glace	7
Refroidissement par l'électricité	10
Dimensions des cuves et quantités de glace	12
Autres observations	13
Résumé	13
Listes de publications	14
Appendice	15
Construction d'une cuve calorifugée pour le refroidissement du lait	15

Version française
Par C. E. Mortureux, B.S.A.

84484—1



LE REFROIDISSEMENT DU LAIT SUR LA FERME

Par C. K. JOHNS, M.Sc.

NÉCESSITÉ DE REFROIDIR LE LAIT

Les cultivateurs qui expédient du lait en ville et qui ne se donnent pas la peine de le refroidir pour prévenir la multiplication des bactéries, voient souvent ce lait rejeté par la laiterie parce qu'il est sur, ou mis à l'amende comme le font aujourd'hui les laiteries bien conduites, parce qu'il se conserve mal,[1] et il se perd au total, de ce chef, bien des milliers de dollars par an.

Presque toujours, en effet, quand le lait surit ou se conserve mal, c'est à cause d'une multiplication rapide et excessive des bactéries qu'il renferme, et le seul moyen de prévenir cette multiplication est de refroidir le lait promptement. Toutes les autres précautions [2] dont on entoure la production du lait ne servent pas à grand'chose si le refroidissement est négligé. Elles ne sont certes pas inutiles, mais leur effet est grandement amoindri par le manque de refroidissement.

Les récoltes de la ferme, le blé d'Inde par exemple, ne poussent vigoureusement que lorsque le sol est suffisamment réchauffé. Elles ne se développent que peu ou point tant que la terre reste fraîche. De même que le blé d'Inde dans le champ, les bactéries qui se trouvent dans le lait végètent plus vite à certaines

VÉGÉTATION DES BACTÉRIES DANS LE LAIT CONSERVÉ À DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES

À 40°F	Au commencement
	Au bout de 24 heures
À 50°F	Au commencement
	Au bout de 24 heures
À 60°F	Au commencement
	Au bout de 24 hrs

Fig. 1—Le nombre de bactéries présentes dans chaque cas est indiqué par la longueur du trait noir.

---

[1] Pour plus amples détails sur la durée de conservation du lait voir le bulletin N° 123, intitulé "L'essai de la qualité du lait au sortir de la ferme".

[2] Les facteurs essentiels dans la production du lait propre sont indiqués dans le feuillet No 79 intitulé "Production de lait propre".

84484—1½

températures, généralement entre 70 et 100°F., mais elles se multiplient encore beaucoup cependant à des températures de près de 50°F. Pour que le lait se garde bien, il faut qu'il soit assez froid pour empêcher toute multiplication des bactéries. La rapidité du développement aux différentes températures est indiquée à la fig. 1. Au bout de vingt-quatre heures à 40 degrés il n'y avait presque aucun changement dans le nombre de bactéries; à 50 degrés le nombre avait quadruplé tandis qu'à 60 degrés il avait presque centuplé. On voit par là que le *lait ne peut rester doux pendant une longueur de temps raisonnable qu'à condition d'être refroidi* à une température qui ne dépasse pas 50 degrés et tenu à cette température.

QUAND FAUT-IL REFROIDIR

Il faut refroidir le lait aussi promptement que possible.—Cette règle, qui repose sur de saines bases scientifiques, est beaucoup plus importante que l'on ne s'imagine généralement, et voici pourquoi: Le lait qui sort de la vache contient une substance appelée *lacténine* qui peut, d'elle-même, pendant quelque temps, retarder le développement des bactéries. Dans le lait qui n'est pas refroidi, cet effet de la lacténine se dissipe très vite, tandis qu'il agit 24 heures ou plus dans le lait qui est refroidi promptement. En d'autres termes, la lacténine ne fonctionne bien que dans le lait froid. Lorsque le lait du soir doit subir un transport de plusieurs heures, en été, la valeur de cette action lacténique est évidente. Si le lait a été protégé par un prompt refroidissement, la lacténine s'oppose au développement des bactéries à mesure que le lait se réchauffe, mais si elle a déjà perdu son action à cause du retard apporté au refroidissement, les bactéries se multiplient avec une rapidité croissante à mesure que la température du lait s'élève.

Il arrive souvent que l'approvisionnement de glace est épuisé vers la fin d'un été chaud. Dans ces conditions, la rapidité peut suppléer à l'intensité du refroidissement; même s'il est impossible d'abaisser la température jusqu'à un point qui supprime tout danger, c'est-à-dire au-dessous de 50°F., on peut encore, en refroidissant vite, empêcher les bactéries de se développer dans le lait durant la nuit. A la Ferme expérimentale centrale un flacon contenant du lait qui venait de sortir de la vache a été placé immédiatement dans un réfrigérateur tenu à une température de 50°F à 55°F. La numération des bactéries faite au bout de 24 heures n'a révélé qu'une végétation modérée. Une autre partie du même lait qu'on avait laissé dans le laboratoire trois heures avant de le mettre dans le réfrigérateur, révélait une forte augmentation dans le nombre de bactéries au bout de la même période de conservation. Les résultats d'une expérience typique paraissent au tableau 1. Ici la température de conservation n'avait pas été assez basse pour empêcher le développement des bactéries, mais lorsqu'un

TABLEAU 1.—VALEUR DU REFROIDISSEMENT IMMÉDIAT POUR RETARDER LE DÉVELOPPEMENT DES BACTÉRIES DANS LE LAIT

(Température du réfrigérateur 51-54°F.)

Heures dans le réfrigérateur	Lait refroidi promptement	Lait refroidi au bout de 3 heures
	par cc.	par cc.
0	18,700	17,700
6	14,900	19,800
12	17,900	37,300
24	42,300	788,000

prompt refroidissement avait conservé l'action lacténique, les bactéries s'étaient beaucoup moins multipliées que dans le lait qui n'avait pas été promptement refroidi.

Sur certaines fermes le lait du matin doit partir de si bonne heure qu'il est impossible de le refroidir complètement, et comme certaines compagnies et certaines villes exigent encore que tout le lait soit au-dessous d'une certaine température à l'arrivée, il arrive souvent que la seule chose que l'on puisse faire sur ces fermes est de conserver le lait jusqu'au lendemain matin avant de l'expédier. Dans les groupements les plus éclairés, on sait que le lait frais, quoique plus chaud, vaut mieux que le lait plus ancien, et les règlements permettent d'accepter le lait du matin non refroidi ou partiellement refroidi, qui n'a pas plus de deux ou trois heures lorsqu'il arrive à la laiterie. L'action lacténique suffit pour restreindre la végétation bactérienne pendant ce court espace de temps. Quoi qu'il en soit, la lacténine perd sa force lorsque le refroidissement est retardé, et c'est pourquoi le lait non refroidi se conserve moins longtemps que le lait refroidi; *il est donc vivement à désirer que le lait soit refroidi aussi complètement que possible avant de partir de la ferme.*

MOYENS DE REFROIDIR LE LAIT

On dit qu'une substance se refroidit lorsqu'elle cède sa chaleur au milieu environnant. Lorsque ce milieu est un pauvre conducteur de chaleur, comme l'air par exemple, la substance se refroidit très lentement. Un bidon de lait chaud, déposé dans un réfrigérateur où l'air est au-dessous du point de congélation, met environ douze heures pour se refroidir jusqu'à 50° F. C'est pour cela que l'on ne réussit jamais bien à refroidir le lait en mettant les bidons dans un banc de neige ou en les exposant à la température du dehors. Il n'en est pas de même de l'eau, qui est un bon conducteur et qui refroidit le lait *vingt fois plus vite* que l'air froid à la même température. D'autres facteurs qui influencent la rapidité du refroidissement sont les suivants: (1) la différence de température qui existe entre le corps chaud et le corps froid, (2) le volume relatif de ces corps, et (3) la circulation du lait ou de l'agent de refroidissement. Lorsque, par exemple, le lait est à 95° et l'eau à 35°, le refroidissement s'opère beaucoup plus vite que lorsque le lait est à 60° et l'eau à 45°. Comme le lait doit céder sa chaleur au corps plus froid — l'eau — il est évident que plus il y a d'eau par unité de lait, moins la température de l'eau se réchauffe et plus vite le lait se refroidit. C'est là un point à considérer lorsqu'on calcule les dimensions d'une cuve de refroidissement. Enfin, lorsque le lait ou l'agent de refroidissement sont tenus en circulation, le refroidissement se fait beaucoup plus vite. Les producteurs de lait savent depuis longtemps qu'il est utile d'agiter le lait pour en accélérer le refroidissement, mais beaucoup d'autorités sanitaires condamment cette pratique parce qu'elle peut entraîner des risques de contamination bactérienne, lorsque, par exemple, on a négligé de laver et de stériliser l'agitateur. On obtient de tout aussi bons résultats en agitant l'eau au lieu du lait, l'eau froide vient ainsi en contact avec les côtés de la cuve et soutire la chaleur du lait.

Nous traitons principalement dans ce bulletin du refroidissement du lait pour la vente en nature. La plupart des villes exigent que la température du lait du soir ne dépasse pas 50° F., à l'arrivée, car le lait plus chaud se gâte très vite. Pour remplir cette condition pendant les chaleurs, surtout lorsque le lait est exposé à une température plus élevée que la sienne propre au cours du transport, il est nécessaire de le refroidir à 45° ou plus bas, et de le maintenir à cette température.

D'autres moyens assez satisfaisants sont employés pour refroidir le lait destiné à la fabrication du fromage ou de la crème destinée à la fabrication du beurre, mais nous n'avons pas à nous en occuper ici. On pourra se procurer des

détails à leur sujet en s'adressant à la Division de l'industrie laitière et de la réfrigération, Ottawa, aux Services provinciaux d'industrie laitière et aux collèges d'agriculture.

Refroidisseurs de surface

Il ne suffit pas de refroidir; il faut aussi refroidir vite. On peut pour cela se servir d'un refroidisseur tubulaire de surface ou aérateur (fig. 2) à travers lequel circule de l'eau froide (ou de la saumure) sous pression, et on complète

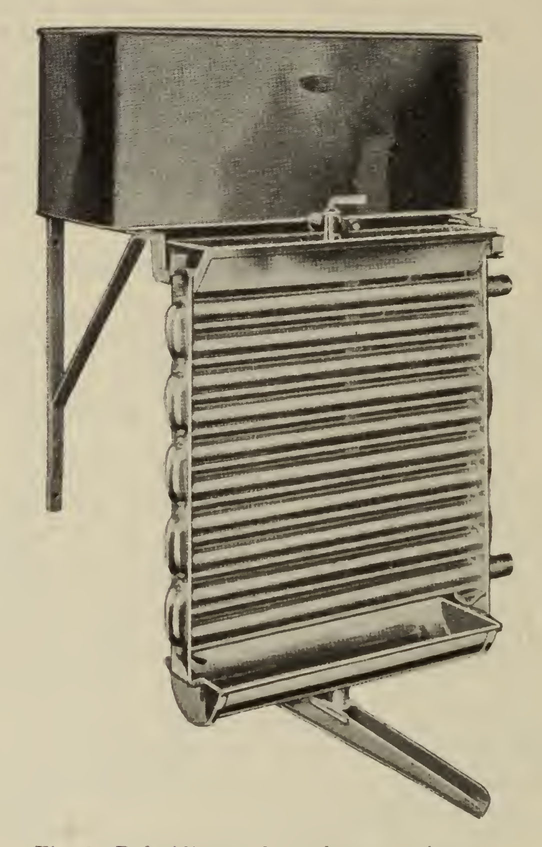


Fig. 2—Refroidisseur de surface, ou aérateur.

par une immersion dans une cuve de refroidissement. Le refroidisseur de surface a cet avantage qu'il permet de hâter le procédé du refroidissement et d'économiser la glace, mais il entraîne des frais supplémentaires, occasionne un surcroît de travail et expose à une forte contamination bactérienne. Les refroidisseurs de surface sont généralement difficiles à laver et encore plus difficiles à bien stériliser, et c'est pourquoi il y a aujourd'hui tendance à les condamner. On croyait autrefois qu'il fallait aérer le lait pour en enlever la chaleur animale, les odeurs, etc., mais l'expérience a démontré que cette aération est tout à fait inutile lorsque le lait a une bonne odeur. Le lait certifié de la plus haute qualité est rarement exposé à l'air à partir du moment où il sort du pis de la vache jusqu'à celui où il est mis en bouteille et bouché, et cependant le goût de ce lait laisse très rarement à désirer. Un moyen alternatif de refroidissement rapide, qui supprime les inconvénients du refroidisseur de surface, est discuté aux p. 9-10.

Cuves de refroidissement

Une cuve de refroidissement est nécessaire pour compléter le procédé de refroidissement et maintenir le lait à une température suffisamment basse jusqu'au moment de l'expédition, sauf lorsqu'on emploie la réfrigération mécanique à chambre sèche. Ces cuves ont été construites avec bien des espèces de matériaux, mais on préfère généralement le béton, qui est plus sanitaire et plus durable que toute autre substance. Une chose essentielle, c'est que l'eau dans la cuve soit à la même profondeur que le lait dans le bidon, sinon la partie du lait qui est au-dessus du niveau de l'eau se refroidit beaucoup trop lentenment.

Refroidissement avec de l'eau

On a généralement pour habitude de mettre les bidons de lait chaud dans une cuve d'eau froide, c'est un moyen très simple mais qui ne donne pas généralement de très bons résultats. Le refroidissement se fait très lentement si l'on n'a pas soin d'agiter l'eau ou le lait, et si l'eau n'est pas très froide, ou s'il n'y a pas beaucoup plus d'eau que de lait, le lait ne sera pas refroidi suffisamment pour que les bactéries ne puissent continuer à se multiplier.

Sur quelques fermes, l'eau courante venant d'une source ou d'un puits passe à travers la cuve de refroidissement avant de se décharger dans un abreuvoir (Voir fig. 3). Dans certains cas on pompe pour cela l'eau d'un puits. L'une ou l'autre de ces méthodes vaut mieux que la précédente, mais toutes deux ont un grave défaut: c'est que, dans bien des districts, on trouve difficilement de l'eau qui reste assez froide pendant les chaleurs de l'été pour que le lait puisse être refroidi à 45° F. Ce mode de refroidissement peut être employé lorsque le lait ou la crème ne demandent pas à être refroidis à une température aussi basse, ou lorsque l'on n'a pas d'eau très froide. L'eau entre dans la cuve par le fond et en sort par un tuyau de décharge à la surface à l'autre extrémité. Il faut, bien entendu, que la cuve soit recouverte et protégée contre les rayons directs du soleil.

Lorsque les bidons de lait sont refroidis dans l'eau de glace dont nous traitons au chapitre suivant, on peut économiser la glace en faisant un premier refroidissement dans de l'eau courante, provenant d'un puits ou d'une source, mais il faut pour cela manier les bidons à deux reprises et le refroidissement ne se fait pas aussi vite que lorsque les bidons sont mis directement dans l'eau glacée.

Refroidissement à la glace

Elles sont bien rares aujourd'hui les fermes expédiant du lait en ville qui cherchent à se passer de glace. La grande valeur de la glace réside dans le fait *qu'il faut autant de chaleur pour transformer une livre de glace en eau à la même température qu'il en faut pour élever la température d'une même quantité d'eau de 32° à 176° F.* Lorsque l'eau de la cuve de refroidissement contient de la glace, la chaleur qui passe du lait à l'eau est donc absorbée par la glace fondante, et l'eau se réchauffe moins que s'il n'y avait pas de glace.

Ils sont bien rares aussi les cultivateurs qui s'arrangent pour avoir tout le refroidissement que l'on peut tirer d'une provision de glace. C'est sans doute parce que la glace ne coûte pas cher qu'ils la gaspillent. Cependant, la glace a une certaine valeur en argent; il faut aussi beaucoup de travail pour la préparer pour la cuve, d'autant plus que c'est au moment où les travaux des champs exigent le plus d'attention que la dépense de glace est la plus forte. Et pourtant, sur la grande majorité des fermes, plus de la moitié de la valeur refroidissante de la glace est gaspillée à cause de la quantité immense de chaleur qui rentre de partout dans la cuve de refroidissement. Chercher à refroidir le lait dans une

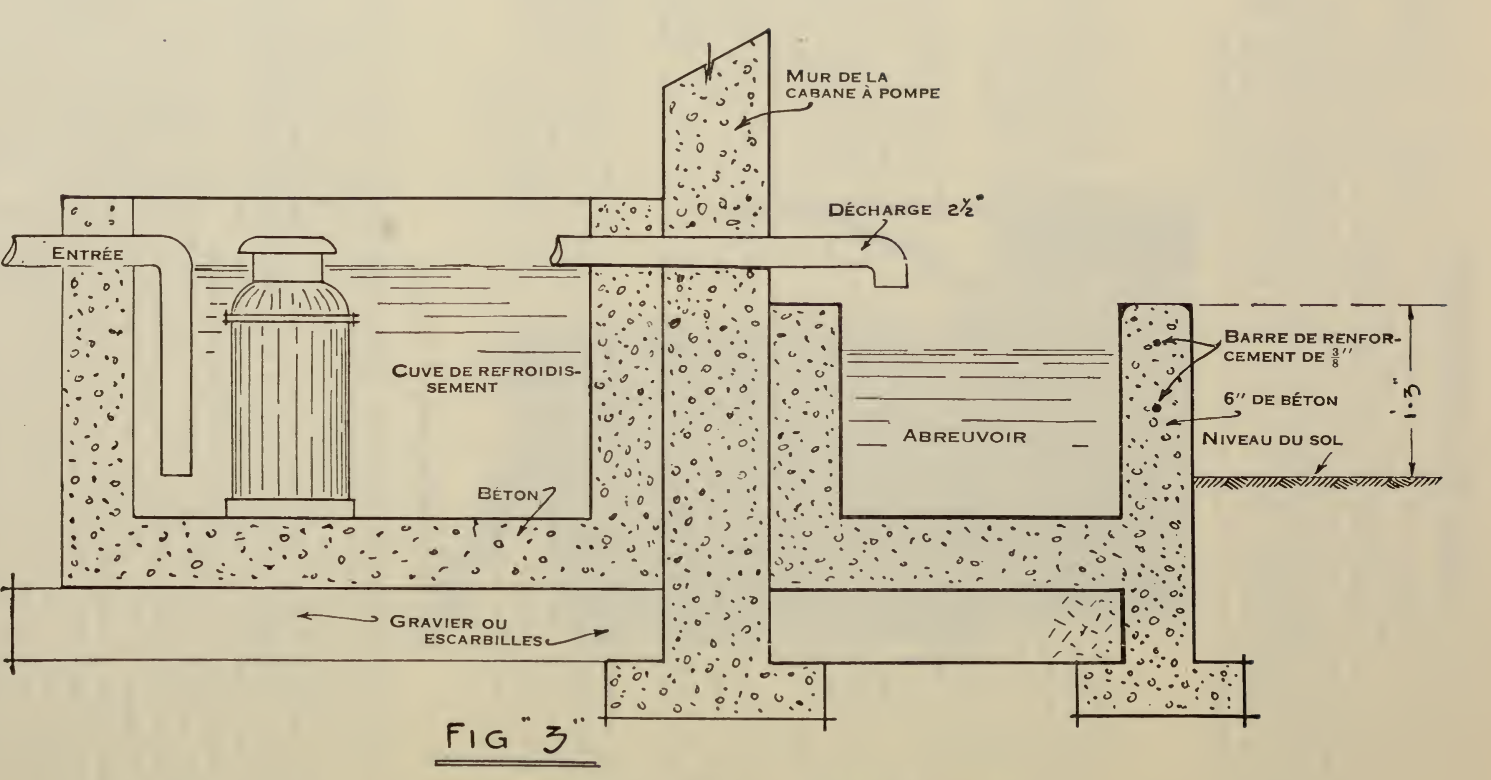


Fig. 3—Disposition pour refroidir avec de l'eau courante

cuve de béton ou de métal ouverte et non calorifugée, est aussi insensé que de chercher, avec force combustible, à chauffer une maison sans porte et ouverte à tous les vents. Dans les deux cas, on n'a rien fait pour empêcher le passage de la chaleur. Dans la cuve de refroidissement, la chaleur passe vers l'intérieur, tandis que dans la maison elle va vers l'extérieur.

Les chiffres présentés au tableau 2 nous donnent une idée des pertes de glace que cause l'emploi de cuves de refroidissement non calorifugées. Dans ces études des poids égaux de glace ont été ajoutés à l'eau dans chaque cuve; il n'y avait pas de bidons de lait. Au bout de neuf heures, les blocs de glace ont été pesés à nouveau et la quantité perdue par la fonte a été déterminée. On notera qu'il a suffi d'un simple couvercle pour effectuer une économie de 20 livres de glace pendant 9 heures, et l'économie de glace réalisée par l'emploi d'une cuve calorifugée (rendue imperméable à la chaleur) dédommage largement des frais de construction pendant la première année. Disons ici également que les parois de trois pouces d'épaisseur étaient bien préférables à celles de deux pouces. Quant à la différence entre l'épaisseur de quatre pouces et celle de trois pouces, elle n'est pas suffisante pour justifier l'emploi de la première.

TABLEAU 2.—PERTE DE GLACE DANS LES CUVES DE REFROIDISSEMENT DE CONSTRUCTION DIFFÉRENTE PENDANT 9 HEURES (TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'AIR 84°F.)[1]

Genre de cuve	Sans couvercle	Avec couvercle
	liv.	liv.
Tôle galvanisée	107	84
Béton	80	61
Bois	50	30·5
Calorifugée (2 pouces de liège)	30	7·6

[1]Extrait du Bulletin N° 976 du Ministère de l'Agriculture des États-Unis.

Une cuve bien calorifugée économise donc beaucoup de glace, mais ce n'est pas là son seul avantage. L'eau glacée que la cuve renferme reste à une température beaucoup plus basse lorsque la chaleur ne peut pas s'introduire dans la cuve. Le lait conservé dans cette cuve se refroidit donc plus vite, il conserve mieux les propriétés lacténiques dont nous parlions plus haut, et la température que l'on atteint en définitive est souvent de dix degrés plus basse que dans une cuve mal construite. De même, une cuve bien calorifugée empêche le lait de se réchauffer pendant une nuit chaude. Il arrive assez souvent que le lait mis dans une cuve ouverte, non calorifugée, se réchauffe beaucoup après que la glace est fondue, et qu'une végétation bactérienne très active se produit lorsque le lait est encore dans la cuve à refroidir. Enfin, un autre avantage de la cuve calorifugée, c'est que le lait ne gèle pas lorsqu'il fait froid, et l'on sait que la gelée est une cause de détérioration de la qualité du lait.

L'essentiel dans la production du lait est de réduire au plus bas point possible les risques de contamination bactérienne. Dans les cuves de refroidissement dont on se servait autrefois, il était nécessaire de brasser le lait à intervalles fréquents, à moins qu'il n'ait été refroidi auparavant sur un refroidisseur de surface. Au moyen d'une cuve bien calorifugée, contenant une ample provision d'eau de glace à une température bien au-dessous de 40° F., on peut très bien refroidir le lait sans refroidissement préalable ou sans agitation. On économise ainsi du temps, du travail et des lavages, et l'on évite en même temps le risque de la contamination bactérienne, que font courir les ventilateurs et les agitateurs. Lorsque le lait du matin doit être refroidi rapidement, on recommande d'agiter l'eau au lieu du lait. L'installation d'un agitateur ou " circulateur ", composé d'une petite hélice montée sur une tige qui s'étend à travers le dessus de la cuve

et qui est actionnée par un moteur électrique de $\frac{1}{8}$ de c.v., est très utile, car elle permet de refroidir le lait en beaucoup moins de temps. Un arrangement de ce genre est beaucoup plus satisfaisant que le refroidissement préalable sur un refroidisseur de surface ou ventilateur, car le refroidissement se fait tout aussi rapidement sans aucun des désavantages qui résultent de l'emploi d'un ventilateur. De même, un arrangement par lequel le bidon peut être suspendu dans la cuve et le lait coulé directement dans le bidon, aide encore à refroidir plus vite. On peut employer pour cela un ressort de porte moustiquaire ou une poulie avec contrepoids. Le poids du lait fait descendre graduellement le bidon dans l'eau de la cuve.

Notons en passant que l'un des plus grands fabricants de trayeuses mécaniques a introduit dernièrement un appareil par lequel les bidons de lait peuvent être suspendus dans l'eau glacée de la cuve et tournés mécaniquement de l'avant à l'arrière. Ceci tend à tenir le lait et l'eau glacée en mouvement, hâtant ainsi le procédé de refroidissement, tandis que la trayeuse mécanique fonctionne.

Le refroidissement par l'électricité

On a perfectionné en ces dernières années des appareils de réfrigération mécanique pour le refroidissement du lait sur la ferme, que l'on considère pratiques, efficaces et sûrs. Ils appartiennent à deux types distincts: dans le premier, que l'on appelle le type de " conservation à sec " on refroidit le lait en le faisant passer sur un refroidisseur de surface à travers lequel on pompe de la saumure. On le garde ensuite jusqu'au moment de l'expédition dans une chambre



Fig. 4—Refroidissement du lait par la réfrigération mécanique dans une cuve calorifugée.

à air refroidi. Dans le deuxième type " à conservation humide ", qui comporte un procédé d'immersion, les bidons de lait sont mis dans l'eau d'une cuve bien calorifugée, qui a été refroidie auparavant presque jusqu'au point de congélation par l'action de l'appareil de réfrigération, au moyen du serpentin à expansion ou de la cuve à saumure (Fig. 4). Le premier type est le plus commode pour le laitier qui met son lait en bouteilles et qui le distribue lui-même, mais le type à immersion est généralement meilleur marché lorsque le lait est conservé et expédié dans des bidons. On considère que le compresseur refroidi par l'air est plus satisfaisant que le type refroidi par l'eau, à cause du danger de gelée que présente ce dernier pendant les mois les plus froids.

Le refroidissement par l'électricité offre certains avantages que n'a pas le refroidissement par la glace. Le premier et le plus important de ces avantages, c'est qu'on n'a pas à préparer la glace pour la cuve de refrigération; cette préparation de la glace est toujours une tâche désagréable, et c'est au plus fort de l'été, lorsqu'on a déjà tant à faire aux champs qu'elle exige le plus de travail. En deuxième lieu, il n'est guère à craindre que la réfrigération fasse jamais défaut, tandis que la provision de glace peut s'épuiser pendant un été chaud. En outre, le lait est refroidi automatiquement à une température fixe, tandis que lorsqu'on refroidit avec la glace, il suffit d'une erreur de jugement relativement à la quantité de glace requise pendant une nuit chaude pour que le lait se conserve mal. Enfin, le lait se refroidit généralement plus rapidement et à une température plus basse dans une cuve refroidie par l'électricité que dans une cuve refroidie par la glace.

Mais en regard de ces avantages, les faits suivants sont à considérer. L'installation d'appareils électriques de refroidissement est assez coûteuse, et l'on ne sait pas grand'chose encore du taux de dépréciation. Le refroidissement électrique est à peu près limité à ces fermes qui peuvent se procurer du pouvoir électrique à taux raisonnablement bas. On essaie aujourd'hui des appareils de réfrigération actionnés par un moteur à gazoline, mais ces appareils sont encore dans la phase expérimentale. D'ailleurs, la plupart des cultivateurs se sont déjà construit une glacière, et ils perdraient la mise de fonds que représente cette construction si le refroidissement par l'électricité devait être employé. Enfin, il faut aussi tenir compte du fait que l'on n'a aucune difficulté à se procurer de la glace naturelle et que l'on fait la récolte de la glace à une époque de l'année où il n'y a pas grand'chose à faire.

Le coût du refroidissement à la glace par cent livres de lait est environ deux fois plus élevé sur une petite ferme que sur une grande. Le coût du refroidissement électrique sur une petite ferme est généralement trop élevé pour qu'il puisse faire concurrence au refroidissement par la glace.

Dans le Rhode Island[1] où cette question a été étudiée, il est probable que le refroidissement par l'électricité revient moins cher que le refroidissement par la glace lorsque le troupeau compte au moins 23 vaches. Au Canada, où les appareils frigorifiques électriques sont plus coûteux,[2] et où la glace est meilleur marché, il est probable qu'il faudrait encore un troupeau plus considérable pour que le refroidissement électrique soit aussi économique que le refroidissement par la glace. Quoi qu'il en soit, on peut fort bien songer au refroidissement par l'électricité sur les fermes d'une dimension modérée ou grande, malgré son prix un peu plus élevé, car il faut tenir compte des avantages d'un système de refroidissement automatique et sûr. Le cultivateur qui se propose d'installer un appareil électrique de refroidissement dans quelques années d'ici, pourrait, en attendant, se construire une cuve calorifugée et qu'il emploiera pour refroidir par la glace jusqu'à ce qu'il puisse acheter l'appareil électrique.

[1] Costs of Cooling Milk on Farms. Roger B. Corbett. Rhode Island Agricultural Experiment Station Bulletin No. 223, 1930.

[2] Depuis l'époque où ce chapitre a été préparé (juillet 1931), les prix ont grandement baissé et il s'offre actuellement plusieurs refroidisseurs électriques dans l'Ontario à des prix qui ne dépassent pas les moyens d'un grand nombre de producteurs. La différence considérable qui existe dans le coût de l'énergie motrice à différents endroits est cause également que le coût du refroidissement par l'électricité varie beaucoup.

Dimension de la cuve et quantité de glace nécessaire

Comme la rapidité du refroidissement est influencée par la quantité d'eau glacée proportionnellement à celle du lait, il est nécessaire que la cuve ait une ample capacité. Une cuve calorifugée peut être satisfaisante dans certains cas lorsqu'il y a deux fois plus d'eau à la glace que de lait, mais il vaut beaucoup mieux construire une cuve d'une dimension telle que la proportion soit de trois parties d'eau à la glace pour une de lait lorsque la cuve est remplie, quel que soit l'agent de refroidissement dont on se sert, glace ou électricité. Les dimensions intérieures approximatives sont indiquées au tableau A, qui paraît dans le chapitre sur la " Construction d'une cuve calorifugée pour le refroidissement du lait " dans l'Appendice.

Avec une cuve bien calorifugée on emploie environ trente livres de glace pour chaque bidon de huit gallons de lait à refroidir. (Une cuve non calorifugée en exige à peu près deux fois autant). Cette quantité varie naturellement d'une partie du pays à l'autre, suivant l'endroit où se trouve la cuve et la température moyenne de l'été dans chaque district. De même, il y a des variations d'une année à l'autre dans tous les districts, suivant que l'été est plus chaud ou plus frais que la moyenne. En calculant la quantité de glace à emmagasiner, il faut tenir compte d'une déperdition de 33 pour cent ou plus dans la glacière et pendant la préparation de la cuve pour refroidir. En supposant qu'il faille de la glace à partir du 15 mai jusqu'au 15 novembre, un cultivateur qui produit en moyenne 400 livres de lait par jour aurait besoin d'environ 150 livres de glace par jour dans une cuve calorifugée. Il lui faudrait donc faire provision d'au moins 18 tonnes de glace, en tenant compte de la déperdition. La quantité nécessaire pour une production plus forte est en proportion de ce chiffre; pour une production plus petite il faut une proportion un peu plus élevée, car les pertes de glace sont proportionnellement plus fortes dans une petite glacière que dans une grande. On voit au tableau 3 le nombre de morceaux de glace requis par tonne, le tableau 4 donne les dimensions intérieures d'une glacière. On peut se procurer

TABLEAU 3.—NOMBRE DE MORCEAUX DE GLACE REQUIS PAR TONNE

(Tous les morceaux, 18 x 36 pouces)

Épaisseur du morceau	Nombre de morceaux par tonne
8 pouces	12
10 "	10
12 "	8
14 "	7
16 "	6
20 "	5

TABLEAU 4.—DIMENSIONS INTÉRIEURES DES GLACIÈRES POUR CONTENIR DIFFÉRENTES QUANTITÉS DE GLACE

Quantité de glace	Longueur	Largeur	Hauteur
	pds	pds	pds
10 tonnes	10	7	7
20 "	14	8	8
30 "	14	10	10
40 "	18	10	10
50 "	16	12	12

les plans pour la construction des glacières, des petits réfrigérateurs, etc., en s'adressant à la Division de l'industrie laitière et de la réfrigération, Ministère fédéral de l'Agriculture, Ottawa.

Autres observations

Pour bien refroidir le lait dans une cuve, il faut une grosse provision d'eau glacée ayant une température au-dessous de 40° F., autant que possible. C'est là qu'est le grand défaut de la cuve ouverte d'autrefois. La glace que l'on met dans l'eau pendant le jour fond rapidement, parce que la chaleur entre librement dans la cuve, et c'est pourquoi beaucoup de cultivateurs ne mettent la glace dans la cuve que juste avant de faire la traite. Ils comptent sur cette eau dans la cuve qui s'est grandement réchauffée pendant le jour pour refroidir le lait au-dessous de 50° F. Ce qui arrive en réalité dans bien des cas, c'est que l'effet refroidissant de la glace est à peine suffisant pour équilibrer la chaleur des bidons de lait frais, et la température de l'eau ne change que très peu, à moins que l'on n'emploie une très grande quantité de glace. Dans ces conditions, le lait se refroidit beaucoup trop lentement, et la végétation bactérienne fait des progrès considérables pendant la nuit; le lait surit et se conserve mal.

On éviterait ces inconvénients si l'on avait une cuve calorifugée où l'on pourrait conserver suffisamment de glace en tout temps. De cette façon, on pourrait garder la température bien au-dessous de 40° F., et le lait serait refroidi beaucoup plus rapidement à une température beaucoup plus basse avec moins de glace que dans la cuve d'autrefois.

On éviterait beaucoup des pertes causées par la multiplication des bactéries et par le lait sur si l'on prenait réellement la température de l'eau de glace et du lait tous les jours au lieu de se fier au toucher. Un thermomètre flottant protégé au moyen d'anneaux de liège taillés dans un bouchon de liège, devrait faire partie du matériel de toutes les cuves de refroidissement.

Résumé

La longueur de temps pendant laquelle le lait se conserve est réglée par la température à laquelle il est tenu plus que par tout autre facteur. Pour que le lait se conserve bien, il faut qu'il soit refroidi à 45° F., et tenu à cette température.

La rapidité du refroidissement, qui conserve la puissance lacténique, est également un facteur important, qui règle la durée de la conservation du lait.

De tous les moyens de refroidissement employés, le meilleur est celui qui consiste à plonger les bidons de lait dans une cuve calorifugée, remplie d'eau de glace. Ce moyen est simple et convient très bien pour l'emploi sur la ferme ordinaire.

Dans une cuve bien calorifugée, le lait peut être refroidi plus rapidement, à une température plus basse, et avec la moitié de la glace qui serait nécessaire dans une cuve non calorifugée.

La réfrigération électrique permet de refroidir automatiquement à une température réglée en toutes saisons. Elle dispense également de la tâche de faire une provision de glace et de la préparer pour la cuve. Ce moyen de refroidissement devrait être pris en sérieuse considération par les producteurs de lait qui peuvent se procurer de l'énergie électrique à taux raisonnable.

LISTE DES PUBLICATIONS TRAITANT DU REFROIDISSEMENT DU LAIT DANS LES CUVES CALORIFUGÉES, AU MOYEN DE GLACE OU D'ÉLECTRICITE

(En anglais seulement)

1. The Production of High Quality Milk I. Cooling—The Electric Brine Cooler with Cold-air storage versus Ice and Water. Vermont Agricultural Experiment Station Bulletin No. 300, July 1929.
2. Electric Cooling of Milk on the Farm. New York (Geneva) Agricultural Experiment Station Bulletin No. 581, February 1930.
3. Costs of Cooling Milk on Farms. Rhode Island Agricultural Experiment Station Bulletin No. 223, May 1930.
4. Mechanical Refrigeration of Milk in a Tank Type Refrigerator. Oregon Agricultural Experiment Station Bulletin No. 268, July 1930.
5. Cooling Milk on the Farm. Vermont Department of Agriculture, Bulletin No. 39. July 1930.
6. The Mechanical Dairy Cooler on Nebraska Farms. Nebraska Agricultural Experiment Station Bulletin No. 249, September 1930.
7. The cost of Cooling Milk with Electricity. Storrs (Conn.) Agricultural Experiment Station, Bulletin No. 170, November 1930.
8. Ice and Electricity Compared for Milk Cooling. New York State College of Agriculture. Department of Rural Engineering Stencil No. 1.
9. The Production of High Quality Milk. III. Electric Cooling versus Ice Cooling. Vermont Agricultural Experiment Station, Bulletin No. 326, April 1931.
10. Farm Electric Milk Refrigeration. Bulletin No. 267, The Pennsylvania State College, April 1931.
11. Factors Affecting Tank Type Milk Coolers. Earl M. Knepp, Purdue Uinversity. Agricultural Engineering, September 1930, Volume 11-9.
12. Cooling Milk and Cream on the Farm. U.S. Dept. of Agriculture Farmers' Bulletin No. 976, 1929.
13. Refrigeration in the Handling. Processing and Storing of Milk and Milk Products. U.S. Dept. of Agr. Misc. Publication No. 138, March, 1932.
14. Cream Refrigeration on the Farm and the Quality of Butter Manufactured. Oregon Agricultural Experiment Station Bulletin No. 305, June, 1932.
15. Cooling Milk on Nebraska Farms. Nebraska Agricultural Experiment Station Bulletin No. 266, January, 1932.
16. Temperature Gradient in Milk Cooled by Direct Immersion, R. G. Bressler and J. E. Nicholas. Agricultural Engineering, September, 1932. Vol. 13. No. 9.
17. Precooling Milk. New Hampshire Agricultural Experiment Station Bulletin No. 262. 1932.

LISTE DES PUBLICATIONS TRAITANT DE LA CONSTRUCTION D'UNE CUVE CALORIFUGÉE POUR LE REFROIDISSEMENT DU LAIT

(En anglais seulement)

1. How to Build an Insulated Concrete Milk Cooling Tank. New York State College of Agriculture, Department of Agricultural Engineering, Stencil No. 101.
2. Plans for a Simple Milk House. Cornell Extension Bulletin No. 200, November 1930.
3. Insulated Concrete Milk Cooling Tanks. Agricultural Engineering Department, New York State College of Agriculture, Reprint No. 3.
4. Building an Insulated Milk Cooling Tank (1932 Edition). Portland Cement Association, Chicago.
5. How to Insulate Milk Cooling Tanks with Armstrongs' Type WP Corkboard, Armstrong Cork and Insulation Company, Lancaster, Pa.
6. Construction of Insulated Milk Cooling Tank. Department of Agricultural Engineering, Massachusetts Agricultural College Special Circular No. 11, February, 1931.
7. Milk House and Cooling Tank Facts. The Celotex Company, 191 N. Michigan Ave., Chicago, Ill.

APPENDICE

CONSTRUCTION D'UNE CUVE CALORIFUGÉE POUR LE REFROIDISSEMENT DU LAIT [1]

Les instructions que nous donnons ici se rapportent à la construction d'une cuve de ciment ayant une couche calorifugeante incorporée dans la base, les murs et le couvercle, pour empêcher l'entrée de la chaleur dans la cuve. Il est d'importance vitale que les substances calorifugeantes soient parfaitement imperméabilisées avant d'être mises en place. Si l'eau y pénétrait, elles perdraient à peu près toute leur valeur calorifugeante et laisseraient entrer la chaleur dans la cuve. Il faut donc prendre des précautions toutes spéciales pour que la couche calorifugeante reste parfaitement sèche.

Autrefois, dans la construction d'une cuve calorifugée, on construisait une paroi extérieure de béton de quatre pouces d'épaisseur, contre laquelle on mettait en place des planchettes de liège (un par trois pieds par trois pouces) plongées dans de l'asphalte fondu, puis on versait du ciment pour former une autre paroi intérieure de trois pouces d'épaisseur. Pour simplifier ce procédé, on a imaginé, dans l'Etat de New-York, employer des " paquets " de calorifuge imperméabilisé et l'on verse en même temps le ciment des deux parois intérieures et extérieures. On construit ces paquets en mettant des planchettes asphaltées de liège de deux pouces d'épaisseur entre deux feuilles de planches fibreuses calorifugeantes d'un demi-pouce, de la dimension nécessaire puis en enveloppant le paquet avec des bandes de toile de coton asphaltées collées avec de l'asphalte chaud et dont les extrémités sont repliées et collées en place. Tout le paquet est ensuite recouvert de deux couches d'asphalte chaud. Un paquet semblable peut être construit de trois feuilles de planches fibreuses d'un pouce, toutes les surfaces étant enduites d'asphalte chaud avant d'être liées ensemble, et enveloppées de toile de coton. Ce paquet serait un peu moins efficace que celui où l'on se sert de planches de liège, car ces dernières ont un peu plus de puissance calorifugeante.

En construisant ces paquets, la première chose à faire est de trouver les dimensions requises. Connaissant les dimensions intérieures de la cuve proposée (voir Tableau A), les paquets calorifugeants devraient avoir les dimensions suivantes:

Paquets du plancher—
- Longueur=longueur intérieure de la cuve + 12 pouces.
- Largeur=largeur intérieure de la cuve + 12 pouces (52 pouces).

Paquets des côtés—
- Longueur=longueur intérieure de la cuve + 12 pouces.
- Largeur=profondeur intérieure de la cuve + 2 pouces (28 pouces).

Paquets des extrémités—
- Longueur=largeur intérieure de la cuve + 12 pouces (52 pouces).
- Largeur=profondeur intérieure de la cuve + 2 pouces (28 pouces).

---

[1] Nous tenons à reconnaître l'aide très utile que nous a rendue dans la préparation de ce chapitre le Professeur H. W. Riley, du Service de génie agricole, Cornell University. Le Professeur Riley est une autorité reconnue dans cette matière, et il est l'auteur de plusieurs des améliorations décrites dans ce chapitre. Nous nous plaisons également à reconnaître l'aide donnée par le Service des dessinateurs, Ferme expérimentale centrale, Ottawa, dans la préparation des dessins.

Après avoir calculé les dimensions des paquets, procédez de la façon suivante:

(1) Posez une feuille de planche-fibreuse sur une plate-forme soulevée d'au moins un pied du sol. Ceci empêchera le balai de corde (mop) de ramasser de la poussière. La planche devrait dépasser les bords de la plate-forme d'à peu près un pouce, de tous côtés.

(2) Tailler le liège pour qu'il s'ajuste exactement à la planche fibreuse. Empilez les morceaux de liège d'un côté, en bon ordre.

(3) Coupez un morceau de planche plus petit que les morceaux de liège. Clouez une poignée sur une surface. Enfoncez des clous à travers pour qu'ils fassent saillie par-dessous. C'est ce que l'on appelle la " taloche ".

(4) Faites chauffer l'asphalte jusqu'à ce qu'il soit assez clair pour couler dans les fissures et cependant assez épais pour laisser une couche de $\frac{1}{16}$ de pouce d'épaisseur. Remuez souvent pour prévenir le surchauffage par endroits.

(5) Enfoncez les clous de la taloche dans le premier morceau de liège. Plongez le fond et les bords du liège dans de l'asphalte chaud, dans un vase peu profond. Avec une brosse à kalsomine, enlevez les bulles d'air de l'asphalte.

(6) Mettez le liège fermement en place sur la planche fibreuse.

(7) Plongez dans l'asphalte, brossez et posez les autres morceaux de liège.

(8) Avec un balai de corde (mop), prenez de l'asphalte chaud dans un seau pour en recouvrir la surface supérieure des morceaux de liège qui ont été posés, et appliquez immédiatement la deuxième planche fibreuse.

(9) Coupez une longueur de toile de coton imprégnée d'asphalte, suffisante pour faire le tour du paquet et pour chevaucher de six pouces aux joints.

(10) Posez la toile à travers l'extrémité du paquet pour que
   (*a*) le bord de la toile s'étende de $2\frac{1}{2}$ pouces au delà du bord du paquet, et que
   (*b*) l'extrémité de la toile s'étende de 7 pouces au delà de l'extrémité du paquet.

(11) Qu'un aide s'agenouille sur la toile au bord du paquet et soulève du paquet l'extrémité libre de la toile.

(12) Frottez au mop, avec de l'asphalte chaud, la surface supérieure du paquet qui était sous la toile.

(13) Tirez rapidement la toile pour qu'elle soit lisse et bien serrée dans l'asphalte chaud.

(14) Répétez ce procédé pour la toile sur laquelle l'aide était agenouillé.

(15) Appliquez la toile de la même façon à l'autre extrémité du paquet.

(16) Appliquez de la toile pour remplir l'espace entre les deux bandes des extrémités, en faisant chevaucher d'au moins trois pouces aux jointures pour que ce soit imperméable à l'eau.

(17) Retournez le paquet.

(18) Tour à tour, pour chaque bande de toile, appliquez de l'asphalte au mop sur le paquet et posez la toile. Imperméabilisez chaque joint.

(19) Laissez l'extrémité du paquet dépasser la plate-forme, frottez l'extrémité du paquet avec le mop et fixez la toile qui dépasse du fond du paquet. Tirez les plis horizontalement et en largeur.

(20) Frottez au mop l'extrémité du paquet et repliez les plis de côté.

(21) Frottez au mop la surface exposée des replis de côté et complétez le repliement de l'extrémité de la toile.

(22) Cachetez l'extrémité extérieure du paquet de la même façon.

(23) Donnez à l'extérieur du paquet deux couches d'asphalte au mop et donnez aux replis des extrémités une couche supplémentaire.

(24) Après la dernière couche, il peut être bon de recouvrir le paquet de papier d'emballage, pour empêcher que l'asphalte ne colle et ne se déchire.

Paquets de dimensions régulières de substances calorifugées et imperméables

Des paquets calorifugés, et imperméabilisés à la fabrique, de dimensions régulières, ont été mis dans le commerce dernièrement aux Etats-Unis. Ces paquets de dimensions régulières mesurent 28 par 52 par 3 pouces, et on les pose de la façon présentée dans les croquis au tableau A. On peut se les procurer sous forme de planches de liège ou de planches fibreuses; ils sont beaucoup plus commodes que ceux que l'on peut faire sur la ferme et ils ont en outre cet avantage qu'ils sont mieux imperméabilisés. Le paquet de liège, de dimensions régulières, qui est le type le plus utile, ne peut malheureusement être acheté à prix raisonnable au Canada à l'heure actuelle. Cependant, les grands fabricants de planches fibreuses calorifugées au Canada ont consenti à faire des paquets imperméabilisés de planches fibreuses, de dimensions régulières, à prix plus raisonnable, et comme la planche fibreuse est une substance calorifugeante presque aussi bonne que la planche de liège, ces paquets devraient être très satisfaisants.[1] Comme il est beaucoup plus commode d'employer des paquets de calorifuge imperméabilisés de dimension régulière, les instructions actuelles couvrent ce type de construction. On peut se procurer les instructions pour l'emploi des planchettes ordinaires de liège, en s'adressant aux fabricants de planches de liège, de ciment, etc.

On peut construire une cuve calorifugée ayant une carapace intérieure de plaque de bouilloire ou de plaque épaisse de tôle, mais comme la cuve tout en béton est plus durable, plus économique, et qu'elle peut être construite sur place, nous ne parlerons ici que de ce dernier type. Ceux qui désirent se construire une cuve en métal peuvent se procurer les instructions nécessaires en s'adressant aux fabricants d'appareils électriques de refroidissement, ou en consultant la Circulaire spéciale N° 11 du Collège d'agriculture du Massachusetts, Amherst, Mass.

Où placer la cuve

La cuve devrait être placée de telle façon dans la laiterie qu'elle soit soustraite aux rayons directs du soleil. Il faut également qu'elle soit d'accès facile à partir du chemin et de l'étable. Enfin, on fera bien de se renseigner au service local de santé pour voir s'il y a des règlements spéciaux à observer.

Si l'on se propose de refroidir à l'électricité avec un appareil refroidi par l'air, une précaution importante est de placer l'appareil de réfrigération de façon à ce que la chaleur dégagée par les serpentins de condensation disparaisse rapidement lorsque cet appareil est en fonctionnement. Si cette chaleur peut s'accumuler autour des serpentins, il est plus difficile pour la machine de se débarrasser des charges subséquentes de chaleur et le rendement de l'appareil de réfrigération en souffre. Il est donc essentiel de mettre la cuve dans un endroit où il y a une bonne circulation d'air.

Dimension de la cuve

On fera bien quand on construit une cuve de tenir compte de l'expansion possible dans la production du lait et de construire assez grand pour cette expan-

[1] On étudie actuellement la question d'employer des feuilles d'aluminium pour calorifuger les cuves à lait.

CUVES DE REFROIDISSEMENT POUR LE LAIT

MONTRANT LA FAÇON DE POSER LES PAQUETS DE CALORIFUGE

—TABLEAU A—

PAQUET RÉGULIER
DE
CALORIFUGE

BIDONS DE 8 GALLONS	CALORIFUGE EN PLACE, AVANT DE VERSER LE BÉTON	DIMENSIONS INTÉRIEURES CUVE DE BÉTON profondeur x largeur x longueur	NOMBRE DE PAQUETS DE CALORIFUGE	PLANCHE CALORIFUGE POUR couvercl ½"	cuve 3"
		POUCES		Pieds	carrés
4 BIDONS	58" 31" 52" 1" de recul	26 × 40 × 46	6.	17.	61.
6 BIDONS	84" 31" 52" de niveau	26 × 40 × 72	8.	25.	81.
8 BIDONS	110" 31" 52" 1" de saillie	26 × 40 × 98	10.	32.	102.
10 BIDONS	136" 31" 52" 2" de saillie	26 × 40 × 124	12.	40.	121.

NOTE:—LE TABLEAU QUI PRÉCÈDE MONTRE LA DIMENSION DU CALORIFUGE MIS EN PLACE POUR DES CUVES DE 40" DE LARGE À L'INTÉRIEUR PAR 26" DE PROFONDEUR.

sion, car il est difficile d'agrandir une cuve après qu'elle a été construite. Lorsqu'une cuve est bien calorifugée il y a peu de transmission de chaleur, quelle que soit sa dimension, et la quantité d'eau froide par rapport au volume de lait rend le refroidissement plus rapide.

On considère généralement que pour un refroidissement satisfaisant à la glace ou à l'électricité, *la quantité d'eau glacée doit être au moins trois fois aussi grande que la quantité maximum de lait à refroidir.* Ceci exige un espace minimum de plancher de 420 pouces carrés pour chaque bidon de huit gallons, lorsque la profondeur d'eau dans la cuve est de 22 pouces. Lorsqu'on se sert de paquets réguliers imperméabilisés de calorifuge (52 par 28 par 3 pouces), la largeur intérieure de la cuve est de 40 pouces. Cette largeur est la meilleure, car elle peut recevoir les serpentins de tous les appareils mécaniques de réfrigération qui se trouve actuellement dans le commerce. Lorsque la cuve a 40 pouces de large, une longueur de 10½ pouces pour chaque bidon donne la proportion minimum désirable d'eau glacée relativement au lait. Le rapport entre la dimension de la cuve et la capacité de la cuve, ainsi que la façon dont les paquets réguliers imperméabilisés de calorifuge sont posés, sont démontrés au tableau A.

Excavation

On facilite beaucoup l'entrée et la sortie des bidons dans la cuve en enfonçant la cuve dans la terre suffisamment pour que le rebord soit de 12 pouces au-dessus du niveau du plancher de la chambre à lait. On creusera donc à une profondeur d'environ 30½ pouces au-dessous du niveau du plancher pour que l'on puisse mettre une couche de 6 pouces de gravier ou d'escarbilles (*cinders*). Les autres dimensions de l'excavation seront d'environ un pied plus grandes que les dimensions extérieures de la cuve afin de laisser l'espace nécessaire pour les formes extérieures où le béton doit être mis.

Décharge et drains

Lorsque l'excavation est terminée, on met la base de gravier ou d'escarbilles et on la tasse jusqu'à ce qu'elle soit bien ferme. Si la base de gravier n'est pas solide, il est à craindre que la base de béton ne se tasse et ne se fendille, ce qui entraînerait la formation de fissures dans la cuve. On pose ensuite le drain de décharge de façon à ce que le centre de ce drain vienne au moins à 7 pouces d'un côté et à 6 pouces d'une extrémité de l'intérieur de la cuve. On recommande un sous-drain en fonte de 4 pouces pour le refroidissement par la glace, et de 2 pouces pour le refroidissement par l'électricité. On sectionne à 10 pouces ½ un tuyau de drainage en fonte extra lourd à emboîtement double (10 pouces sur un tuyau de 2 pouces). (Voir Fig. A.)

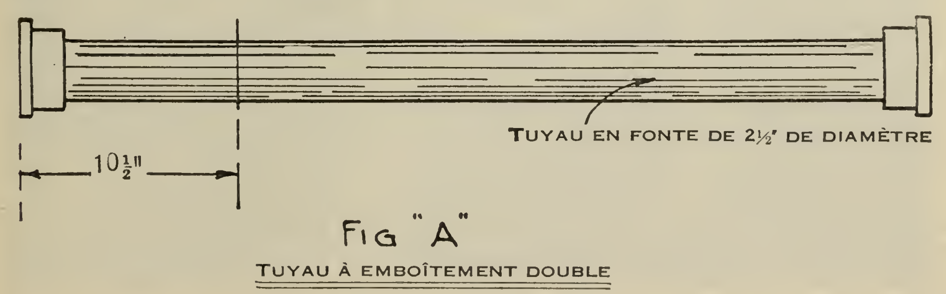


FIG "A"

TUYAU À EMBOÎTEMENT DOUBLE

On visse alors dans une cheville de bois d'érable huilé, insérée dans la cloche du petit morceau de tuyau de drainage en fonte, qui se raccorde à la partie

horizontale la plus longue au moyen d'un quart de courbure, la bonne longueur d'un tuyau de décharge de 2½ pouces (1 pouce pour le refroidissement électrique). On garnit avec de l'étoupe les jointures en fonte du tuyau de décharge pour empêcher que le mortier de ciment ne s'introduise dans le tuyau, puis on remplit tout autour avec du mortier.

Base de béton

On pose alors une base de béton en surface plane, de 4 pouces d'épaisseur, et sur la même étendue au moins que les dimensions extérieures de la cuve. Le dessus de la base doit être à 20 pouces au-dessous du niveau du plancher de la laiterie. Le béton doit se composer d'une partie de ciment, de deux parties de sable *propre* et de deux parties de gravier propre n'ayant pas plus de 1 pouce de diamètre. Ce mélange doit être assez sec, et soigneusement foulé et aplani afin de fournir une surface égale pour la pose des paquets de calorifuge.

On met ensuite en place par-dessus le drain le paquet de calorifuge de l'extrémité pour le plancher, en marquant par-dessus l'endroit exact où se trouve le drain. On perce ensuite au moyen d'un ciseau bien aiguisé un trou à travers le calorifuge à cet endroit, et l'on essaie le paquet en place. Le trou doit avoir une largeur bien suffisante. Le calorifuge qui a été exposé doit maintenant être parfaitement imperméabilisé avec de l'asphalte chaud. Le calorifuge du plancher est mis maintenant à l'endroit exact qu'il doit occuper sur la base de béton et le trou autour du drain est rempli avec de l'asphalte fondu. Lorsque cet alphalte est refroidi, on remplit le trou de nouveau. Remplissez les fissures dans le calorifuge avec de l'asphalte chaud.

La construction des parois

On met alors en place les paquets de calorifuge pour les parois des côtés et des extrémités. (Voir tableau A et Fig. C.) Ces paquets ont des bords carrés et droits et on les unit ensemble au moyen d'asphalte chaud. On prépare les surfaces de contact en enlevant au moyen d'une brosse la poudre de talc qu'il y a sur les paquets et on applique avec une brosse de l'asphalte très chaud. Lorsqu'il fait froid, il est nécessaire de chauffer les surfaces pour obtenir qu'elles s'unissent bien. On met alors en place les formes extérieures, construites de planches embouvetées de 1 pouce clouées à des colombages de 2 par 4 pouces, à quatre pouces de l'extérieur du calorifuge (Fig. D et H), et l'on pose à trois pouces de la surface intérieure de la planche de liège des formes semblables pour la paroi intérieure (Fig. B et G).

Les paquets de calorifuge et les formes doivent être bien soutenus et peuvent être tenus dans la bonne position au moyen de blocs de bois placés à différents points. (On enlève ces blocs lorsqu'on remplit les formes de béton). Pour la forme extérieure, au dos de la cuve, on peut employer le mur de la laiterie (Fig. D). Quoi qu'il en soit, une feuille de papier goudronné doit être placée entre ce mur et la paroi de la cuve, pour que la cuve ne soit pas endommagée si le mur de la laiterie se tassait. Pour empêcher le béton de coller aux formes, toutes les faces des formes devraient être traitées avec de l'huile épuisée d'automobile ou de tracteur.

Pour protéger le rebord du devant de la cuve, qui s'userait à la longue sous le frottement des bidons, il est bon de mettre une longueur de fer en U de 10 pouces (15.3 livres au pied) sur tout le devant. On peut se procurer la longueur nécessaire de fer en U chez tous les quincailliers. (On peut aussi, si on le préfère, fixer une plaque ou un rebord en bois de 2 par 10 pouces sur le dessus de la paroi de la cuve et recouvrir les deux côtés du rebord du devant d'une plaque de fer pour les protéger). On perce des trous dans le fer en U pour recevoir, aux

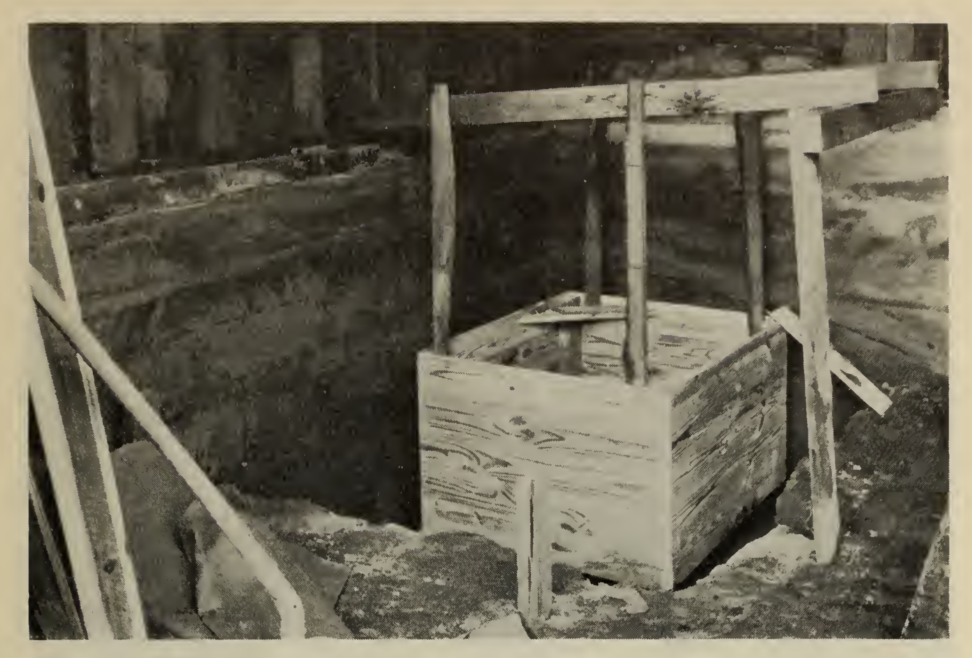


Fig. B—Excavation et forme intérieure pour une cuve de 4 bidons. Mur de la laiterie au fond. (Photo par le Prof. H. W. Riley).

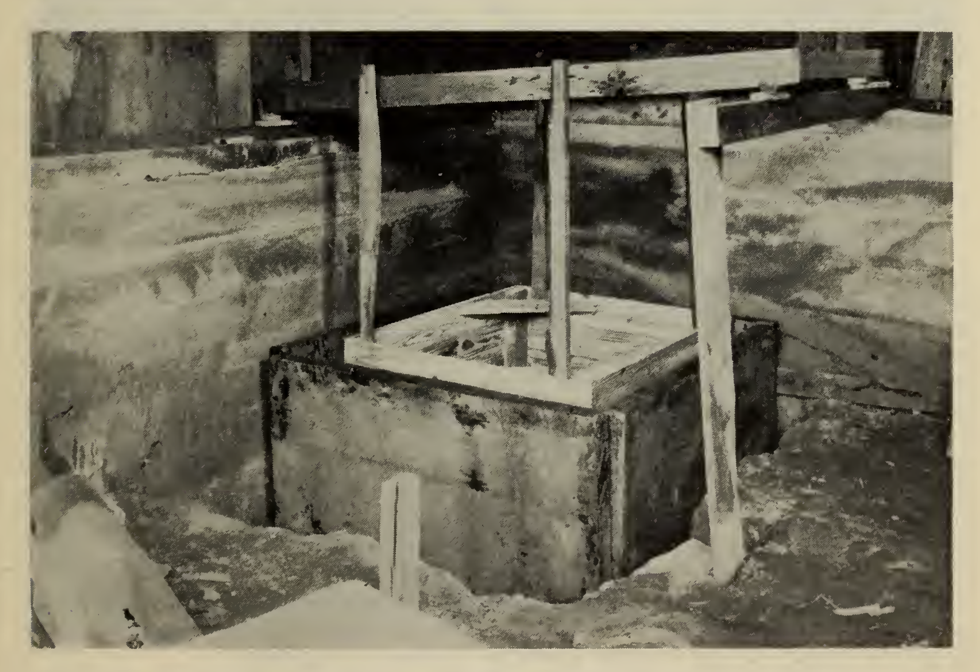


Fig. C—Forme intérieure et paquets de dimensions régulières de calorifuge prêts à être mis en place. (Photo par le Prof. H. W. Riley).

deux extrémités, deux boulons de $\frac{5}{8}$ par 6 pouces, et un au centre pour fixer la partie fixe du couvercle. Comme les rebords de ce fer en U descendent sur une longueur de $2\frac{5}{8}$ pouces, il est nécessaire de tailler une encochure dans le calorifuge des parois des extrémités pour recevoir ces rebords, puis d'imperméabiliser la surface taillée avec de l'asphalte. Essayez le fer en U en place pour voir s'il s'ajuste bien avant de commencer à poser le béton. En laissant une ouverture de $1\frac{1}{2}$ par 8 pouces dans le dessus de la paroi (Fig. J) on n'a aucune peine à installer les serpentins de refroidissement d'un appareil mécanique de réfrigération. Cette ouverture peut être remplie avec du bois ou du liège traité avec de l'asphalte au cas où l'appareil de réfrigération ne serait pas installé immédiatement.



Fig. D—Forme extérieure en place. Tout est prêt pour le versage du béton. (Photo par le Prof. H. W. Riley).

Tout est maintenant prêt pour verser le béton. On se sert d'un mélange d'une partie de ciment, deux parties de sable propre et deux parties de gravier ou de pierre propre (pas plus de 1 pouce de grosseur). Le béton doit être juste assez humide pour bien se travailler. Il faut éviter de mettre trop d'eau dans le mélange. Lorsqu'on commence à verser le béton qui doit former les parois minces de chaque côté du calorifuge, on fait un mortier composé d'une partie de ciment et de deux parties de sable, et l'on met trois ou quatre pouces de ce mortier au fond des formes. On fait suivre par le mélange de 1:2:2 jusqu'à ce que l'on arrive au dessus, puis on remet encore du mortier 1:2 pour finir le rebord de la cuve. On met environ trois pouces de mortier sous le fer en U, car le gravier pourrait empêcher ce fer de se fixer en place, et il est extrêmement important que le rebord de la cuve soit parfaitement d'aplomb.

Il faut avoir bien soin de remplir et de bien aplanir à la truelle les dessus des murs, de niveau avec le dessus de la surface du fer d'angle. Il faut que le couvercle repose sur une surface absolument lisse et d'aplomb.

Pour protéger la cuve contre l'action de la gelée, on pose dans la paroi extérieure de béton, trois barres de renforcement en fer rond de $\frac{3}{8}$ de pouce. La première barre est placée à environ quatre pouces de la base, la deuxième au milieu,

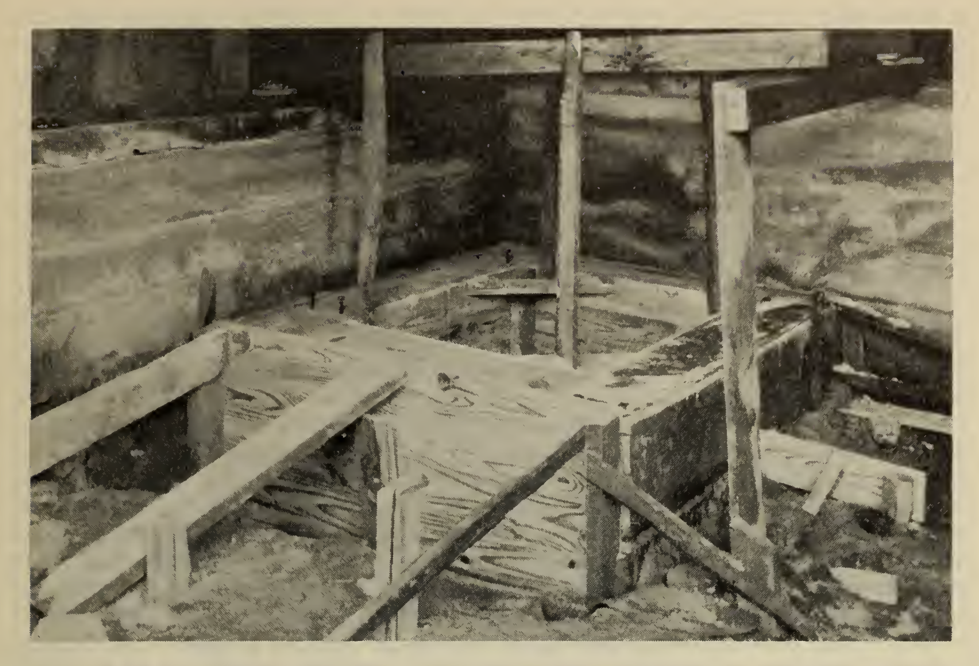


Fig. E—Les coffrages de la cuve sont remplis de béton. Remarquez la poutre de fer en U de dix pouces sur le rebord du devant de la cuve, ainsi que les boulons d'ancrage pour la plaque de derrière. (Photo par le Prof. H. W. Riley).

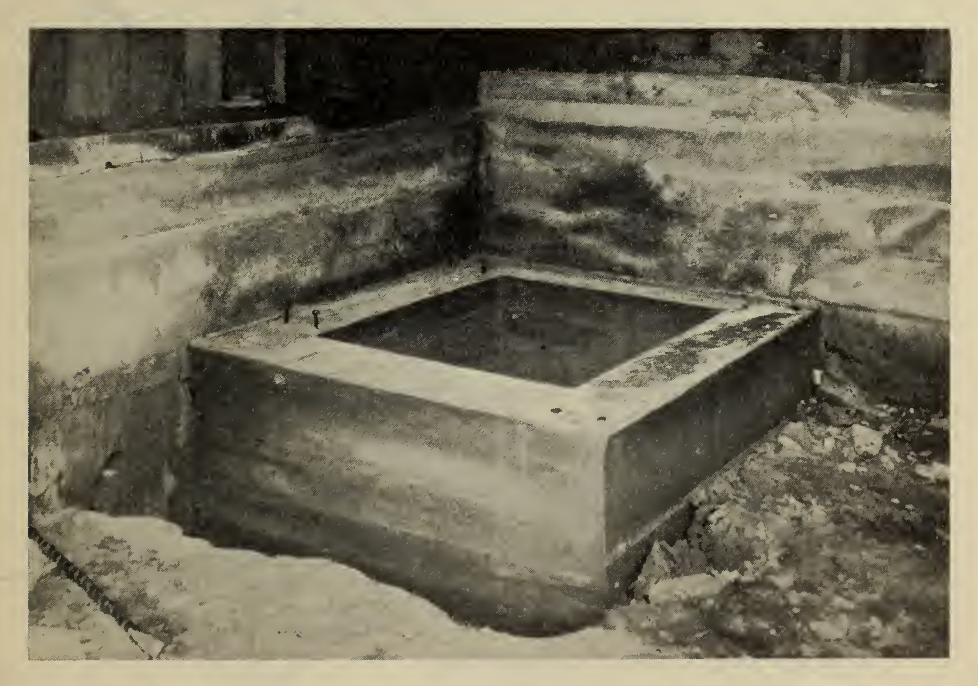


Fig. F—Les parois de béton sont terminées et prêtes à recevoir le couvercle. (Photo par le Prof. H. W. Riley).

et la troisième à environ quatre pouces du dessus. On courbe soigneusement les barres autour des coins, on fait croiser les jointures de 15 pouces et on les lie avec du fil de fer. On pose dans la paroi du fond, à intervalles d'environ 2 pieds, tandis que le béton est encore mou, des paires de boulons ($\frac{1}{2}$ pouce par 10 pouces) pour tenir les madriers de 2 par 10 pouces auxquels le couvercle est fixé par des charnières. On pose la bande de fer en U, avec deux boulons de $\frac{5}{6}$ par 6 pouces à chaque extrémité et un au milieu, les rebords tournés vers le bas et les têtes des boulons plongées dans le mortier et le béton, et on l'enfonce jusqu'à ce qu'elle soit exactement de niveau avec les parois des extrémités. Il ne faut pas serrer les écrous sur les boulons avant que le béton ait au moins 48 heures de pose. On peut généralement enlever les formes au bout de 24 heures lorsqu'il fait chaud, mais il faut les laisser plus longtemps lorsqu'il fait frais. Après qu'elles ont été enlevées, on pose la couche intérieure de béton sur le plancher, sur une profondeur de $3\frac{1}{2}$ pouces, avec une pente de 3 pouces au drain. On finit alors la surface avec une truelle d'acier. Il est bon de mettre un tube de fer blanc de 3 pouces de long par-dessus le drain pour tenir le béton à au moins $\frac{1}{2}$ pouce du tuyau. On bouche ensuite le drain avec un vieux sac. Lorsque le béton est bien durci, on enlève le tube de fer blanc et l'on remplit tout le drain avec de l'asphalte fondu. Après que les formes sont enlevées, on peint l'intérieur de la cuve avec un lavage de ciment et d'eau ayant la consistance d'une crème épaisse. Ceci aide à rendre le béton imperméable à l'eau. On laisse ensuite le béton mou durcir soigneusement en le recouvrant de toile à sac et en le tenant humide pendant une semaine. On obtient ainsi un béton solide et imperméable à l'eau. Pour plus amples détails sur le travail du béton, s'adresser à la Canada Cement Company, de Montréal, qui distribue un bulletin publié par la Portland Cement Association.

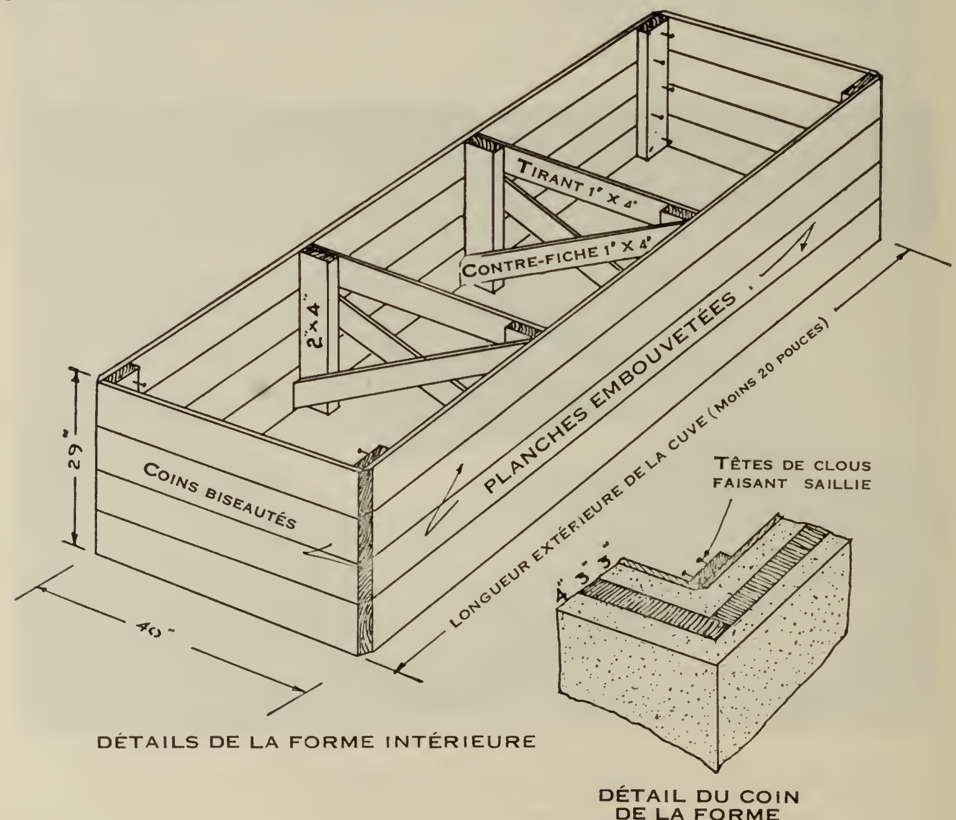
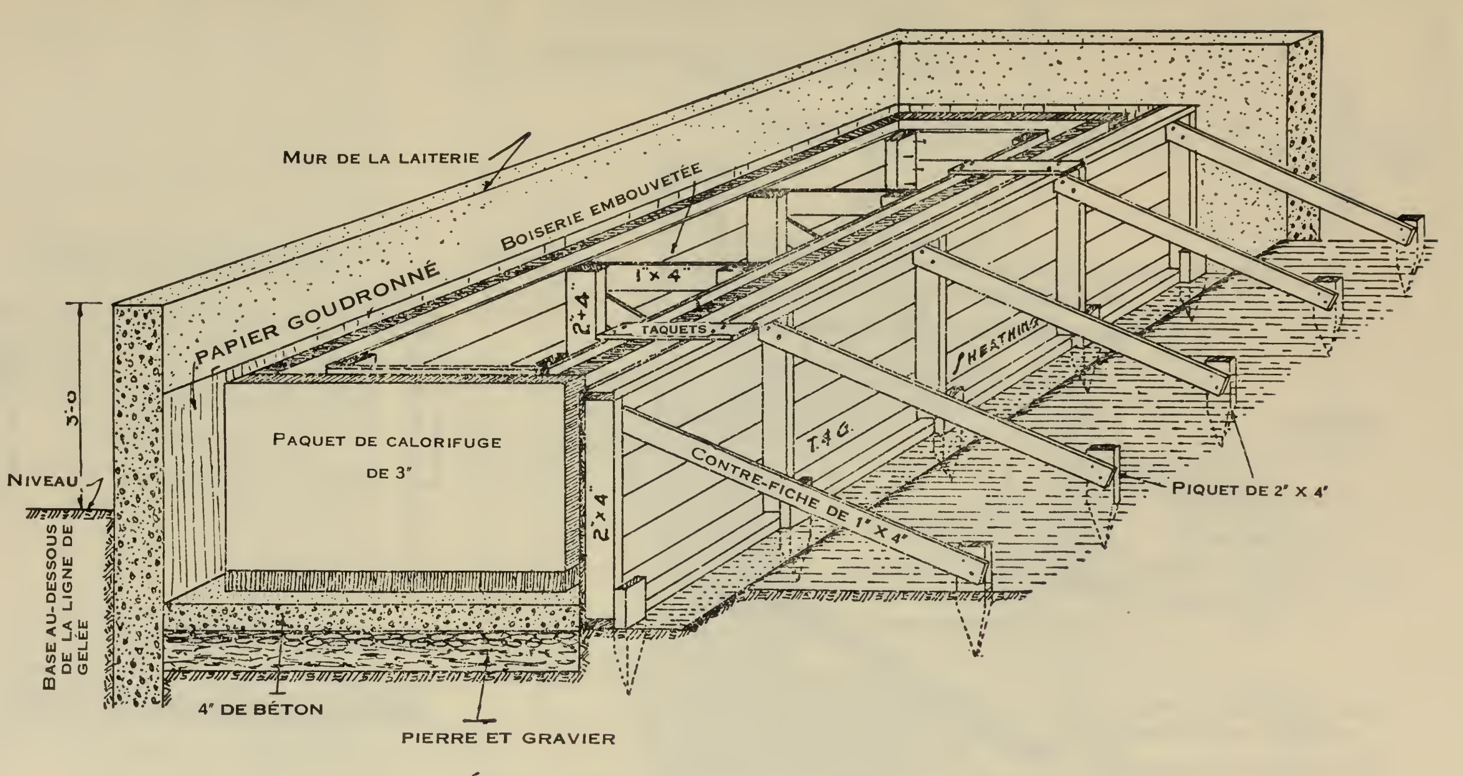


Fig. G—Détail de la forme intérieure.



DÉTAILS DE LA CONSTRUCTION D'UNE CUVE

Fig. H—Détails de la construction d'une cuve.

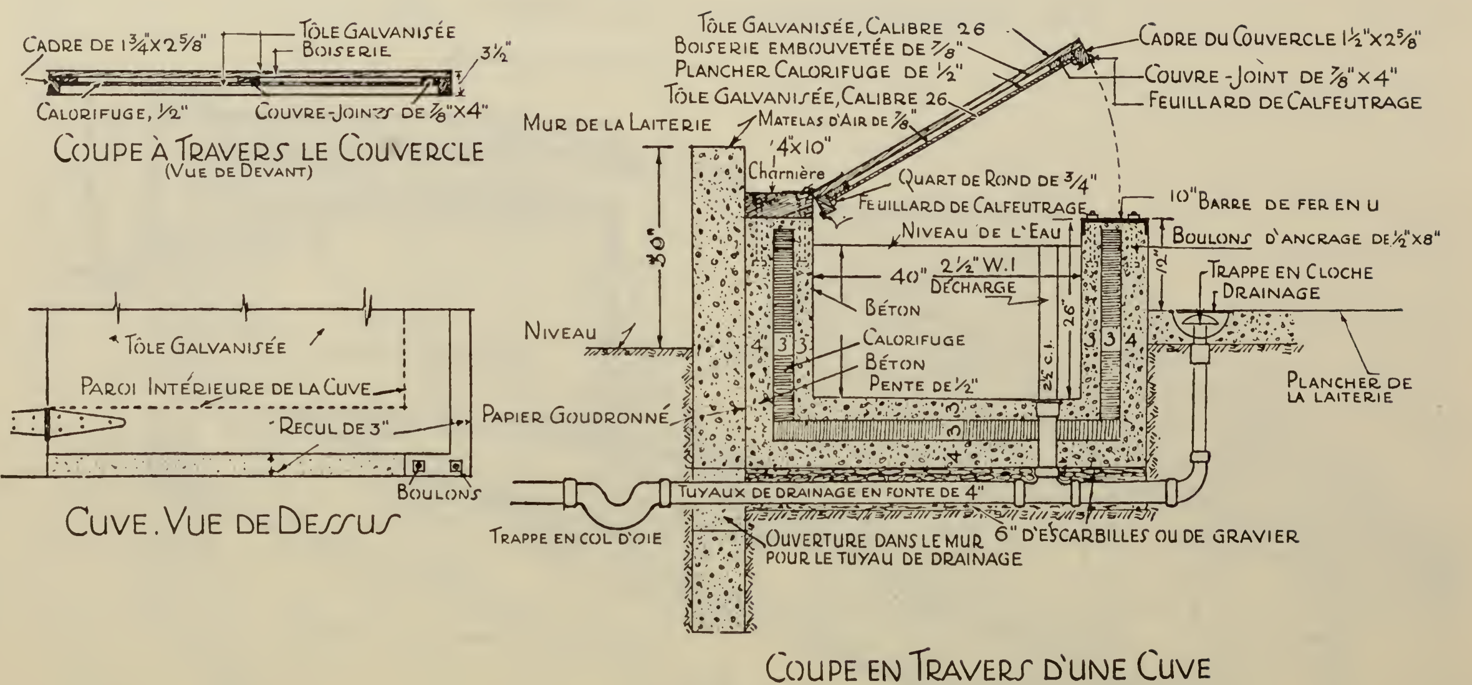


Fig. I—Construction d'une cuve. Autres détails.

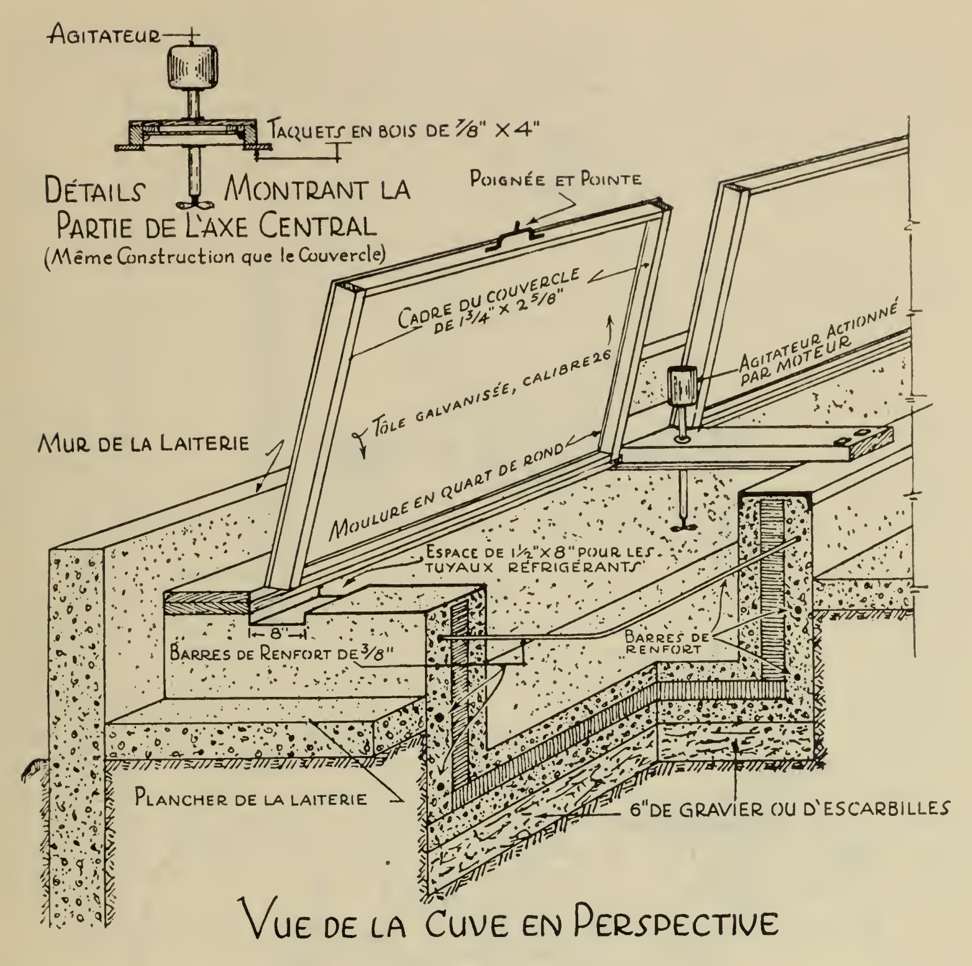


Fig. J—Vue de la cuve en perspective, coin enlevé pour laisser voir les détails de la construction.

Construction du couvercle

Le couvercle doit être construit de façon à s'ajuster parfaitement au rebord de la cuve, afin d'empêcher les pertes d'air. Ce détail est extrêmement important. Le type de couvercle représenté a été imaginé tout dernièrement par le Professeur H. W. Riley, et comprend un certain nombre d'améliorations. Ce couvercle est calorifugé au moyen d'une couche d'épinette embouvetée de $\frac{7}{8}$ pouce, un espace d'air de $\frac{7}{8}$ pouce et une planche fibreuse calorifugeante de $\frac{1}{2}$ pouce. Les surfaces intérieure et extérieure sont également recouvertes de tôle N° 26. Ce couvercle est raisonnablement léger, bien calorifugé et facile à tenir en bon état sanitaire.

Pour surmonter l'obstacle que présente la paire de boulons d'ancrage de $\frac{5}{6}$ pouce qui fait saillie à chaque extrémité de la bande de fer en U sur le rebord du devant, le Professeur Riley propose de faire les sections du couvercle de trois pouces de plus courtes qu'il ne faut pour venir à égalité de la paroi de la cuve. (Voir Fig. I, J pour détails).

Nous avons déjà parlé du grand avantage qu'il y a à faire circuler l'eau de glace au moyen d'un agitateur mû par un moteur. L'endroit le plus commode pour cet agitateur serait probablement au centre de la cuve, près de la paroi du fond. Il faut pour cela que le couvercle soit en trois sections, les

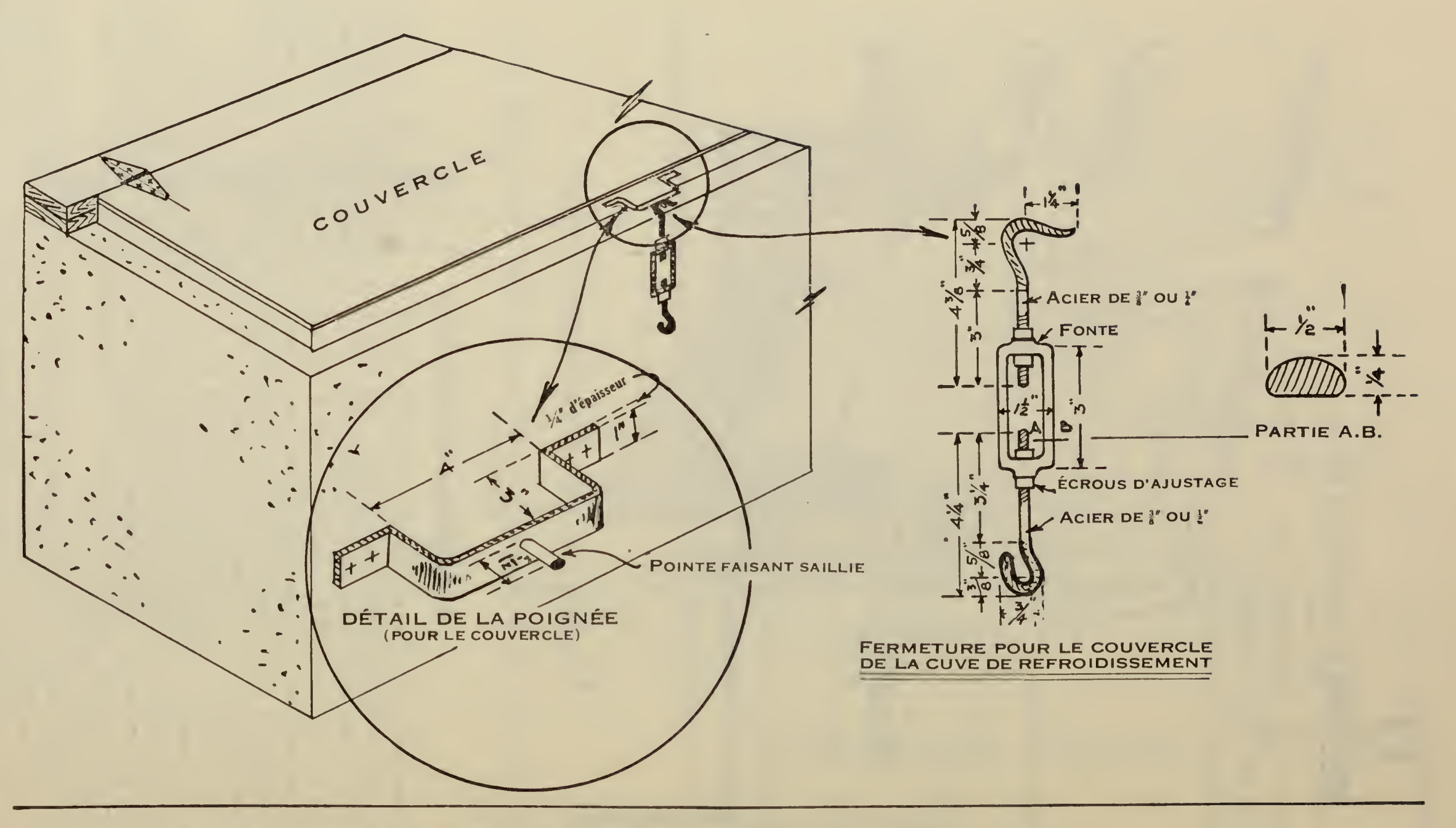


Fig. K—Détails de la fermeture ajustable pour le couvercle de la cuve.

deux sections extérieures montées sur charnières et celle du centre fixée à demeure. Il faut pour cela un autre boulon passant à travers le centre de la bande de fer en U en partant de la paroi intérieure de béton; l'attache à l'arrière peut être faite au moyen d'une bande de fer. On peut clouer des tringles de $\frac{7}{8}$ pouce par-dessous les côtés de la section du centre pour rompre le joint. (Voir Fig. J). Cette division du couvercle est presque une nécessité sur toutes les cuves à l'exception des petites. Des contrepoids sont utiles pour ouvrir les sections fixées sur charnières et les tenir ouvertes.

On voit dans le plan que le couvercle a une profondeur totale de $3\frac{1}{2}$ pouces. Avant de mettre les sections en place, on fixe en place, sur la paroi du fond, au moyen de boulons d'ancrage qui sont noyés dans le béton, deux madriers de 2 par 10 pouces. Les parties du couvercle sont ensuite attachées à cette plaque du fond au moyen de charnières (bande de fer pour la section centrale fixe).

Lorsque les parties du couvercle sont en place, on peut les façonner de façon à ce qu'elles s'ajustent à toutes les irrégularités que présente la surface du rebord de la cuve. Comme il n'y a que le cadre du couvercle qui vient en contact avec le rebord, on peut arriver beaucoup plus facilement à obtenir cet ajustage que si l'on employait le type de couvercle plat habituel. On peut ensuite fixer au bord extérieur de chacune des sections à charnières du couvercle des bandes de métal (feuillards de calfeutrage) afin de réduire au minimum les pertes d'air.

On peut diminuer encore plus l'entrée de la chaleur dans la cuve en se servant d'une targette ajustable qui tient le couvercle de la cuve étroitement fermé. La targette représentée dans la Fig. K a été inventée par le Prof. H. E. Ross de l'Université Cornell; elle est faite d'un petit tourniquet, en " targette tournante " (que l'on peut trouver chez tous les quincailliers) en courbant une extrémité de façon à former un crochet. Cette targette a un avantage sur la targette ordinaire à crochet, c'est qu'elle s'ajuste facilement à différentes longueurs. Comme les parties du couvercle sur la cuve que nous décrivons ici ne viennent qu'à trois pouces du bord pour éviter les boulons de la bande en fer en U, un bon arrangement est de construire une poignée avec un piton faisant saillie et sur lequel la targette peut être accrochée. Ce type de poignée a été proposée par M. John Lowe, adjoint à l'Architecte, Ferme expérimentale centrale.

QUANTITÉS DE MATÉRIAUX NÉCESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION D'UNE CUVE CALORIFUGÉE EN BÉTON

Matériaux	Unité de mesure	Capacité en bidons				Remarques
		4	6	8	10	
Revêtement en tôle	Pied carré	18	25	32	39	Tôle n° 26.
Epinette embouvetée de $\frac{7}{8}$ de pouce	Pied carré	17	25	32	40	Pour le couvercle de la cuve.
Calorifuge de $\frac{1}{2}$ pouce	Pied carré	17	25	32	40	
Calorifuge de 3 pouces	Pied carré	61	81	102	121	Pour parois et base.
Ciment	Sacs	12	15	18	22	mélange 1:2:2.
Sable	Verges cubes	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	
Gravier	Verges cubes	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	
Barres de fer rondes de $\frac{3}{8}$	Pied lin	60	74	88	98	
Fer en "U" de 10 pouces	Pied lin	5′ 6″	7′ 8″	9′ 10″	12′	
Boulons d'ancrage	$\frac{1}{2}$″x 10″	4	6	8	10	Pour la planche à laquelle le couvercle est fixé.
Boulons d'ancrage	$\frac{5}{8}$″x 6″	5	5	5	5	Pour fixer en place le fer en U.
Papier goudronné	Pied carré	18	24	32	38	
Asphalte*	Gallons	23	28	34	39	
Charnières galvanisées	$\frac{7}{8}$″ (paires)	4	4	4	6	Pour les couvercles.

*L'asphalte doit répondre aux spécifications suivantes:
(a) se dissoudre presque entièrement dans le bisulfure de carbone froid.
(b) fondre de 150 à 160 degrés F.
(c) se plier et s'étendre aux températures ordinaires sans se fendiller.

OTTAWA
J.-O. PATENAUDE
IMPRIMEUR DE SA TRÈS EXCELLENTE MAJESTÉ LE ROI
1934